

PROYECTO MINA DE COBRE PANAMA

ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (EsIA) CATEGORIA III

Informe Semestral de Restauración Ecológica y Parcela de Investigación

Compromisos de EsIA Aplicables	Periodo reportado	Elaborado por	Fecha de Emisión del Reporte
13230 13234 13237	Enero – Junio 2016	MINERA PANAMA S.A.	08/08 /2016

CONTENIDO

TABLA DE CONTENIDO…………………………………………………………………..2
1. INTRODUCCIÓN….………………………………………..……..………….....4
2. OBJETIVOS………….…………………………………………………..…….......5
3. MATERIALES Y MÉTODO……………………..…………..…………………….6
4. RESULTADOS…………….……….…………………………………..…..…..11
5. BIBLIOGRAFÍA……….…………………………………………….……...…….17
6. ANEXOS………………………..………………………………….….……......18

ÍNDICE DE CUADRO

CUADRO 1. Evaluación de especies nativas plantadas en la parcela de simulación.……....15

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. Gráfico de curvas de germinación de dos especies pioneras..…….……………………………………….….…………………...……...….12

FIGURA 2. Número de individuos de especies nativas en la parcela de simulación registradas durante el monitoreo de 2016..…………………………………………...…..13

FIGURA 3. Sobrevivencia de especies plantadas en la parcela de simulación...…………14

FIGURA 4. Biomasa total acumulada de plantones en la parcela de simulación durante el periodo 2015-2016……………………………………………………………………16

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1. Parcela de simulación de restauración ecológica…….….…………………….... 18

ANEXO 2. Especies de regeneración natural registradas en la parcela de simulación …………………………………………………………………………………………... 19

ANEXO 3. Algunas malezas presentes en la parcela de simulación ……………………………………………………………………………………...…… 20

ANEXO 4. Mantenimiento de plantones en la parcela de simulación…………………… 21

ANEXO 5. Monitoreo de plantones en la parcela de simulación……………..………..…22

ANEXO 6. Restauración en parcelas del Camino de Acceso Este……………………..…..23

1. INTRODUCCIÓN

La restauración ecológica es una actividad deliberada que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema con respecto a su salud, integridad y sostenibilidad. Las intervenciones que se emplean en la restauración varían mucho de un proyecto a otro, dependiendo de la extensión y la duración de las perturbaciones pasadas, de las condiciones culturales que han transformado el paisaje y de las oportunidades y limitaciones actuales. La meta final del proceso no es recuperar integralmente el estado anterior al disturbio, pero si garantizar que las funciones y los procesos ecológicos sean similares al ecosistema original a través del tiempo (SERI 2004).

El éxito de la restauración de un bosque tropical se mide en la recuperación de la biodiversidad, la biomasa y la productividad primaria, la materia orgánica del suelo, la capacidad de almacenamiento del agua y el regreso de las especies raras que son claves para reestablecer la estructura y las funciones del ecosistema (Elliott, Blakesley y Hardwick, 2013).

El proceso de restauración ecológica suele ser muy dinámico e involucra adquirir información necesaria para la toma de decisión y el mejoramiento de metodologías aplicadas. Por tal razón, es importante el establecimiento de parcelas experimentales para desarrollar modelos de restauración que nos permitan garantizar que las funciones y los procesos ecológicos sean similares al ecosistema original a través del tiempo; y de gran interés resulta dar seguimiento a los monitoreos de las especies plantadas en el sitio, que permitan evaluar su desarrollo y evolución en respuesta de las condiciones climáticas y la composición del suelo que se presentan en el lugar.

Minera Panamá S.A. tiene como parte de sus compromisos ambientales la restauración de áreas dentro de la huella del Proyecto, la cual será ejecutada gradualmente durante el periodo de vida activa de la mina (aprox. 30 años), a medida que se culmine el trabajo del proyecto en áreas específicas.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Cumplir con los compromisos establecidos en el EsIA Cat III, que aseguren el éxito de la restauración del Proyecto Mina de Cobre Panamá.

2.2. Objetivos Específicos

- Establecer parcelas experimentales de restauración.
- Implementar el monitoreo (mortalidad, crecimiento y otros indicadores de las especies) de las parcelas establecidas.
- Realizar el mapeo de las especies dentro de las parcelas establecidas para su fácil ubicación.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Identificación y Colecta de las especies

Una vez identificadas las especies nativas que se utilizan en el proceso de restauración ecológica se procedió a realizar giras de campo para la recolecta de material genético:

a. Semillas: se utilizaron varas de colecta para poder alcanzar los frutos y las semillas, de árboles altos. Las mismas fueron separadas y guardadas en bolsas de papel con los datos de registro del árbol.

b. Plántulas: se colectaron dentro del bosque o áreas abiertas y se trasladaron al vivero para su posterior repique. Esta es una alternativa viable para lograr la reproducción de algunas especies cuyas semillas son difíciles de colectar o germinar.

3.2. Producción y Manejo en el Vivero

Las semillas o plántulas se llevaron al vivero en donde son manejadas apropiadamente, tanto para la germinación como para la aclimatación. Fueron propagadas utilizando un sistema de raíz dirigida, basado en tubetes de varias dimensiones los cuales favorecen el crecimiento de las raíces y de esta manera se incrementa la probabilidad de sobrevivencia de cada una de las plantas.

Las plantas se repicaron y permanecieron en áreas de sombra, luego fueron pasadas al sol de forma paulatina, en donde pasarán el tiempo requerido que le permita completar su aclimatación antes de ir a campo. Las plantas que salgan a campo deben tener entre 10 y 15 cm y con un alto nivel de rusticidad que le permita su sobrevivencia.

Las plantas fueron podadas cada cierto tiempo (2-4 semanas), luego de haberlas expuesto al sol, para asegurar que la luz solar llegase a todas las plantas en el sistema de tubetes. Esta operación se realizó a media tarde o en días nublados con el cuidado de evitarle a la planta un estrés a causa de la luz directa del día.

3.3. Pruebas de germinación

Las pruebas de germinación nos permiten responder preguntas básicas como cuántas semillas germinan (porcentaje de germinación) y cuánto tardan (latencia). Ambos parámetros se pueden usar e incluso manipular cuando se planifica el crecimiento de una cantidad suficiente de árboles jóvenes para un tiempo específico de plantación.

Se diseñaron camas de germinación que fueron confeccionadas con geotextil y arena de río, esta última fue esterilizada con agua hirviendo para limitar el desarrollo de patógenos.

Se preparó una hoja de datos de germinación de semillas para registrar los cambios en las camas de germinación al menos una vez por semana.

Para la prueba de germinación se utilizaron semillas de *Apeiba membranacea* y *Ochroma pyramidale*, dos especies pioneras en el área del proyecto. Las semillas fueron sometidas a dos tratamientos pregerminativos para probar cuál era más efectivo en cuanto a cantidad y rapidéz de germinación de semillas se refiere. Los tratamientos fueron, *a)* 15 minutos en agua caliente entre 40-50℃ y *b)* 24 horas en agua a temperatura ambiente. Dichos tratamientos fueron comparados con un control que consistió en semillas sin aplicación de tratamiento pregerminativo. Estos tratamientos fueron monitoreados durante ocho semanas.

3.4. Establecimiento de la Parcela de Simulación

El levantamiento de la parcela de simulación (100 x 100 metros) se realizó con ayuda de una brújula, estacones y cinta métrica para formar cada una de las subparcelas, delimitadas por tubos de PVC blanco en los vértices marcados de acuerdo con el sistema cartesiano de coordenadas. Las parcelas están conformadas por cinco fajas de 20 x 100 metros, cada una de las cuales contiene cinco cuadrantes de 20 x 20 metros, los cuales fueron numerados de acuerdo con la coordenada del vértice inferior izquierdo y en cada uno de estos cuadrantes se hicieron 16 subcuadrantes de 5 x 5 metros.

3.5. Descripción de la parcela de simulación

La parcela de simulación se encuentra ubicada dentro del área de concesión del proyecto entre 80° 48’58.9” Norte y 80° 39’11.2” Oeste. El suelo está compuesto de material de arcilla roja y rocas, con una pendiente de aproximadamente 45 grados (Anexo 1). El sitio cuenta con barreras de contención y canales de desague para evitar la erosión del suelo, de igual manera fue hidrosembrada con *Brachiaria decumbens* con el mismo propósito. En el año 2014 se realizó una primera plantación con especies nativas de *Inga* sp., *Erythrina* sp., *Ficus* sp., *Clusia* sp. y algunas que otras epecies de las familas de las Lauraceae y Melastomataceae.

La vegetación remanete que rodea a la parcela comprende mayormente especies heliófitas poco duraderas como *Croton billbergianus*, *Trema micrantha*, *Ochroma pyramidale*, *Cecropia* sp., *Isertia haeckeana*, *Isertia laevi*. Otras heliófitas de mayor tamaño y más duraderas son *Ochoterenaea colombiana*, *Trichospermum galeottii*, *Vismia macrophylla* y *Vochysia ferruginea*. Todas estas especies son responsables de la regeneración natural registrada en los monitoreos (Anexo 2).

La especies herbáceas y rastreras registradas en la parcela comprenden *Licopodiella cernua*, *Andropogon* sp., *Ischaemum timorense*, *Cyperus luzulae*, *Mimosa pudica*, *Mimosa pigra*, *Ludwigia octovalvis*, *Neurolaena lobata*, *Desmodium uncinatum*, *Chelonanthus alatus*, *Ipomoea* sp., los helechos *Pityrogramma calomelanos* y *Cyathea* sp., entre otras (Anexo 3).

3.6. Siembra en Campo

Para la siembra se utilizó un distanciamiento específico de tres metros, esto, para dejar espacio para especies de crecimiento lento y de sotobosque que serán sembradas una vez las especies de crecimiento rápido estén establecidas.

Los individuos de diferentes especies son distribuidos al azar, de tal manera que queden mezclados plántulas de árboles, arbustos y herbáceas de forma homogénea.

Las aplicaciones de fertilizante NPK 12-24-12 se realizó en el área de rodaja donde se abrió dos o tres huecos alrededor de la base de la plantita a un radio equivalente de 12 cm copa de cada árbol proyectada. Luego se depositó cuidadosamente el fertilizante en los huecos y se tapó.

Posteriormente se les dio mantenimiento a los plantones donde fue removida el remanente de hierba y fueron colocados retazos de geotextil de 1.5 x 1.5 m alrededor de cada plantón que serán mantenido durante los primeros seis meses de crecimiento de la planta para evitar en lo posible el crecimiento de la hierba (Anexo 4).

3.7. Mapeo y Monitoreo

El mapeo de la percela de simulación se realizó en el año 2015. Dentro de los sub-cuadrantes de 5 x 5 m se marcaron todas las plántulas sembradas y aquellas de regeneración natural (reclutas). Además, se mapearon todas las plántulas siguiendo una ruta de forma similar a las manecillas de un reloj, a cada plántula se le dio un eje X y Y.

Se registraron los datos del monitoreo en el año 2015 y reciente, se realizó un segundo monitoreo en abril de 2016. Entre las variables consideradas están la supervivencia, salud, altura, diámetro del cuello de raíces, ancho de copa (Anexo 5), asi como también la presencia de maleza y alguna otra observación importante.

Las especies que resultaron muertas al momento de realizar el monitoreo de este año, fueron reemplazadas por plántulas provenientes del vivero. Ésta cantidad de plantas muertas fue registrada en la base de datos para el posterior cálculo de sobrevivencia.

Las plantas fueron rotuladas utilizando placas de aluminio (Anexo 5); marcando un código de seis letras en mayúsculas que comprende las tres primeras letras del género y las tres primeras letras de la especie. Además se registró un código que comprende el número de la planta, el número del cuadrante 20 x 20 m y el número del subcuadrante 5 x 5 m donde está ubicada dicha planta.

3.8. Reforestación de parcelas en Pipe Lines Road y Camino de Acceso Este

Se realizaron actividades de siembra de plantones en la parcela ubicada en el kilómetro 19 del Pipeline Road y en tres parcelas ubicadas a lo largo del kilómetro cinco del Camino de Acceso Este. Estas parcelas contienen un suelo arcilloso y alta predominancia de material rocoso (Anexo 6).

La siembra en la parcela del kilómetro 19 del Pipe Lines Road se realizó utilizando la metodología de la sección 3.6, a excepción de que no se les fue colocado el retazo de geotextil al plantón; en lugar de esto, se procedió a arrancar de raíz la hierba *B. decumbens* con la ayuda de un azadón; abriendo un área de 2 x 2 m entre cada planta para permitir el rápido desarrollo de la misma.

La siembra de las parcelas en el kilómetro cinco del Camino de Acceso Este, por tanto, se realizó utilizando una metodología diferente que consistió en plantar de manera aleatoria; esto es, sin ninguna delimitación de distancia entre una planta y la otra, comenzando con las especies arbóreas, las pioneras, las especies arbustivas y por último las hebáceas. En este caso, los plantones fueron sembrados antes de realizar la hidrosiembra con *B. decumbens* (Anexo 6). Después de la aplicación de la hidrosiembra se colocaron los retazos a cada plantón con excepción de los plantones herbáceos, ya que estos crecerán rápidamente ofreciendo resistencia y competencia a *B. decumbens*. A los plantones no se les fue aplicado el fertilizante químico puesto que la hidrosiembra ya contenía dicho fertilizante.

3.9. Base de datos y análisis

La información registrada de crecimiento, germinación, plántulas en el vivero, así como el mapeo y monitoreo de las parcelas de simulación se ingresaron en la base de datos (Access Microsoft) para su posterior análisis.

El análisis de datos nos ayudó a determinar ciertas variables como sobrevivencia de plantones, mortalidad y estimación de la biomasa. Estas variables a su vez nos permitieron seleccionar cuáles especies son más aptas para producir en el vivero y cuáles podemos

considerar a futuro; si aplicamos técnicas adicionales para mejorar su desarrollo en el vivero y posteriormente en las parcelas de simulación.

Para la selección de plantones adecuados se tomaron tres criterios según Elliott, Blakesley y Hardwick, 2013:

Categoría 1: las plantas que quedadon por debajo de la mayoría o de todos los estándares mínimos aceptables fueron consideradas como especies rechazadas.

Categoría 2: las plantas que excedieron algunos de los estádares mínimo aceptables, pero quedaron por debajo de otros, o quedaron por debajo de varios estándares por un margen pequeño fueron consideradas como especies marginales. Estas especies se someterán a investigación para mejorar su rendimiento.

Categoría 3: Las plantas que excedieron en gran proporción a la mayoría de todos los estádares mínimos fueron consideradas como especies aceptables y por ende adecuadas para utilizar en futuras plantaciones.

Los estándares aceptables fueron aplicados según el desempeño de cada especie en la parcela de simulación. Dichos estándares aceptables para las plantas fueron: tener una tasa de subrervivencia de más del 50%, y que tanto la altura como el ancho de copa hayan excedido más del doble luego de 12 meses de haberse plantadas.

4. RESULTADOS

4.1. Vivero

Desde inicio del programa de restauración, se han producido aproximadamente 55432 plántulas de aproximadamente 70 especies, pertenecientes a 33 familias, estas plantas fueron colectadas principalmente dentro del bosque y en áreas abiertas.

4.2. Germinación de especies nativas

Dentro de las especies analizadas el procentaje de germinación fue variable, como se muestra en la Figura 1. En *A. membranacea* el porcentaje de germinación más elevado lo marcó las semillas puestas en agua a temperatura ambiente por 24 horas con un 33% de

semillas germinadas, mientras que con *O. pyramidale* se octubo un 65% de semillas germinadas con el tratamiento pregerminativo de 15 minutos.

De igual manera existen diferencias en el tiempo de latencia de las semillas para ambas especies, puesto que *A. membranacea* marcó un periodo de latencia de ocho días para ambos tratamientos y *O. pyramidale* fue más eficaz en germinar con un tiempo de latencia muy corto bajo el tratamiento pregerminativo de 15 minutos en agua caliente.

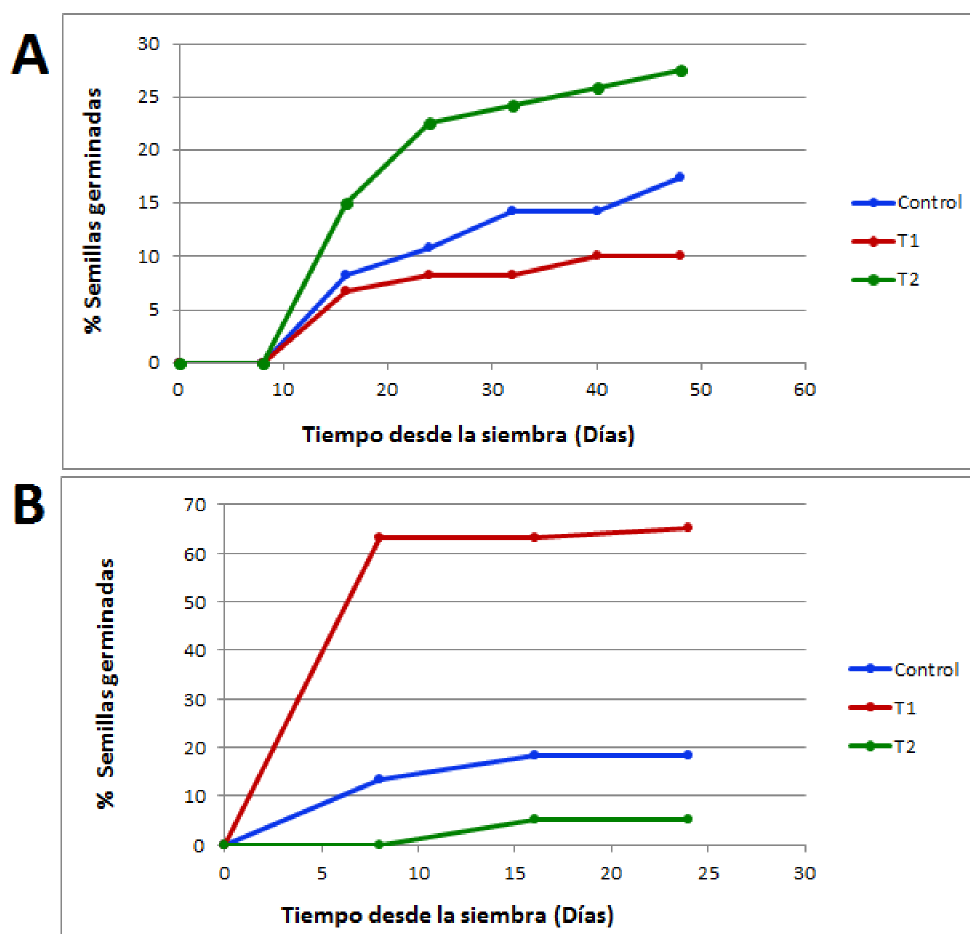


Figura 1. Gráfico de curvas de germinación de dos especies pioneras. **A.** *Apeiba membranacea* y **B.** *Ochroma pyramidale*. T1= 15 minutos en agua caliente, T2= 24 horas en agua a temperatura ambiente.

4.3. Parcela de simulación

4.3.1. *Análisis de sobrevivencia*

El número de individuos presentes en la parcela es 2087, repartidas en 25 familias y 53 especies, provenientes de la regeneración natural, plantadas en 2014, plantadas en 2015 y 2016, representando estas dos últimas casi el 84% de las especies en la parcela (Figura 2).

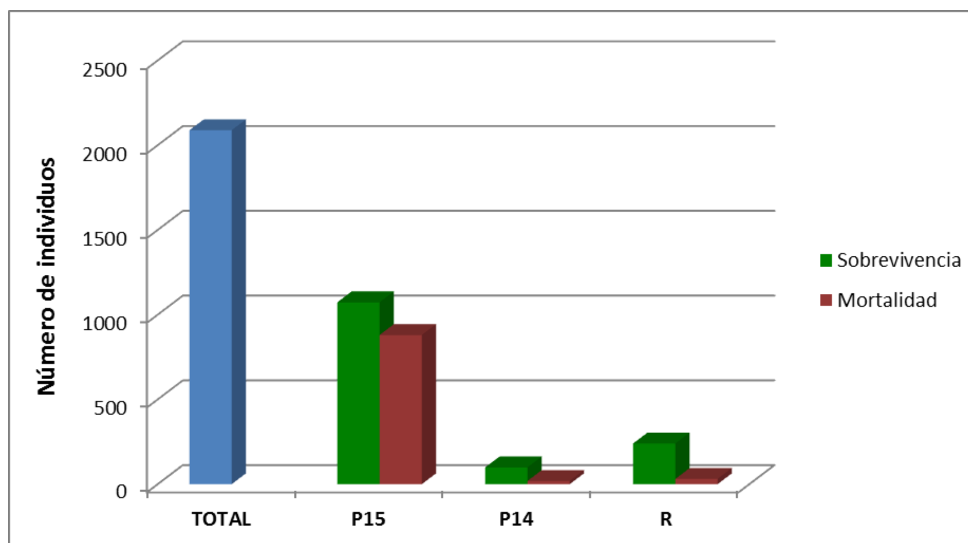


Figura 2. Número de individuos de especies nativas en la parcela de simulación registradas durante el monitoreo de 2016. En el gráfico se muestra la cantidad de plantas actualmente existente en la parcela (barra azul). **P15=** especies plantadas en 2015, **P14**= especies plantadas en 2014, **R**= regeneración natural.

Se registró una tasa de mortalidad total del 45% siendo más alta para las especies plantadas en el año 2015, tal como se muestra en la Figura 2. La mortalidad de plantones refleja las condiciones propias del suelo arcilloso rojo que es característico por contener un pH ácido con cantidades bajas de nutrientes. Otra causa es la presencia de malezas como *Brachiaria decumbens* y *Arachis pintoi*; las cuales tienden a debilitar a los plantones, absorbiendo los nutrientes y el agua del suelo y aumentan la temperatura del área circundante a la planta (Nepstad et al. 1996).

Las especies con mayor número de sobrevivencia fueron *Vochysia ferruginea* (VOCFER), *Terminalia amazonica* (TERAMA), *Senna reticulata* (SENRET), *Inga* sp. 1 (INGSP1) y *Couma macrocarpa* (COUMAC), mientras que *Trichospermum galeottii* (TRIGAL), *Cecropia* sp. 1 (CECSP1), *Cespedesia spathulata* (CESSPA) y *Drypetes* sp 1.

(DRYSP1), entre otros, tuvieron pocos individuos sobrevivientes para el año 2016 (Figura 3 y Cuadro 1).

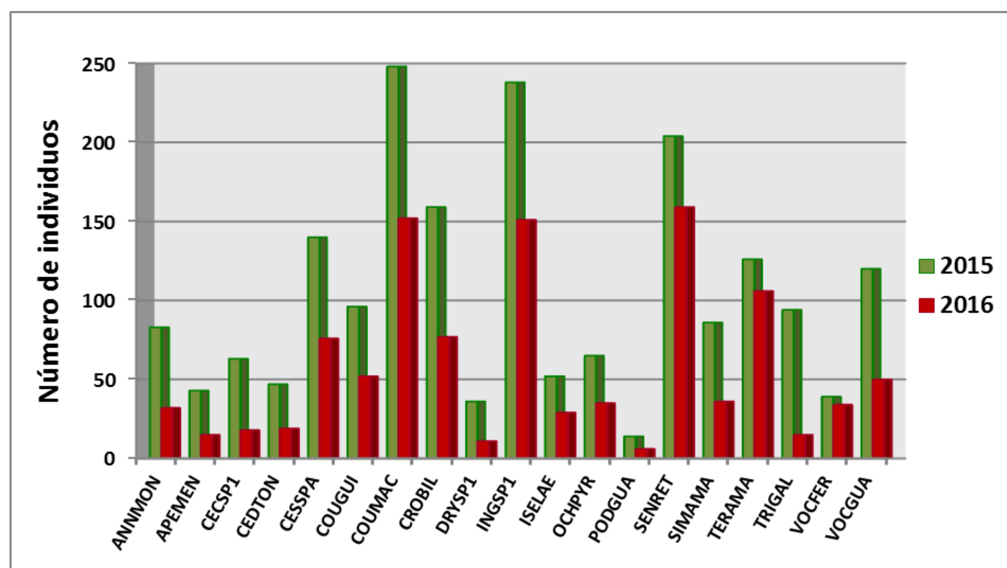


Figura 3. Sobrevivencia de especies plantadas en la parcela de simulación

4.3.2. Evaluación y selección de especies nativas adecuadas para restauración

La evaluación de las diferentes especies nativas plantadas en la parcela de simulación determinó que ocho especies en total son adecuadas para futuras plantaciones en otras parcelas de restauración dentro del área del proyecto, tales como: *Couma macrocarpa, Croton billbergianus, Inga* sp. 1, *Isertia laevis, Ochroma pyramidale, Senna reticulata, Terminalia amazonica* y *Vochysia ferruginea* (Cuadro 1). Las especies heliófitas *Trichospermum galeottii* y *Cespedesia spathulata* requieren ser sometidas a experimentos adicionales para lograr mejorar su desempeño, al igual que las del resto del grupo de categoría 2. Sin embargo, las especies que no cumplieron con los estándares aceptables (categoría 1) pueden de igual manera ser consideradas aptas para restaurar; mejorando las condiciones del sustrato y la salud del plantón, intensificando las técnicas de desarraigue de malezas y aumentando la frecuencia de aplicación de fertilizantes (Elliott, Blakesley y Hardwick 2013). Estas especies rechazadas podrán convertirse en especies aceptables a medida que se logre aplicar los tratamientos adecuados.

También es de gran interés seguir revisando fuentes de información para lograr recolectar semillas y plántulas de especies nativas del bosque que aun no han sido probadas.

Cuadro 1. Evaluación de especies nativas plantadas en la parcela de simulación

Especie	Sobrevivencia (%)	Altura promedio (cm)	Ancho de copa promedio (cm)	Categoría	Acción
Annona montana	38.6	15.2	4.85	1	Rechazar
Apeiba membranacea	34.9	19.6	7.74	1	Rechazar
***Cecropia* sp. 1**	28.6	36	15	1	Rechazar
Cedrela tonduzii	40.4	12.8	10.5	1	Rechazar
Cespedesia spathulata	28.6	13.2	15.9	2	Investigar para mejorar la sobrevivencia
Couratari guianensis	54.2	10.1	10.6	2	Investigar para mejorar el crecimiento
Couma macrocarpa	61.3	18.8	13.5	3	Aceptar
Croton billbergianus	48.4	29.8	14.2	3	Aceptar
***Drypetes* sp. 1**	30.6	19.7	12.9	2	Investigar para mejorar la sobrevivencia
***Inga* sp. 1**	63.2	34.2	30.2	3	Aceptar
Isertia laevis	57.7	15.2	17.1	3	Aceptar
Ochroma pyramidale	53.9	29.6	18.1	3	Aceptar
Podocarpus guatemalensis	42.9	17.9	16.3	1	Rechazar
Senna reticulata	77.9	58.8	47.4	3	Aceptar
Simarouba amara	41.9	16.4	16.2	1	Rechazar
Terminalia amazonica	84.1	28	21.1	3	Aceptar
Trichospermum galeottii	16	37.6	14.9	2	Investigar para mejorar la sobrevivencia
Vochysia ferruginea	87.2	41.4	39.1	3	Aceptar
Vochysia guatemalensis	41.7	24.5	31.1	2	Investigar para mejorar la sobrevivencia

4.3.3. Estimación de la biomasa

En la figura 4 se muestra un incremento significativo de más del 90 % de biomasa total acumulada para el año 2016 en la parcela de simulación. El incremento notorio de biomasa puede ser un indicativo del alto contenido de nutrientes adquirido por las plántulas en las etapas tempranas del desarrollo; que son destinados para el crecimiento y la producción de hojas y raíces finas (Guariguta & Ostertag 2002).

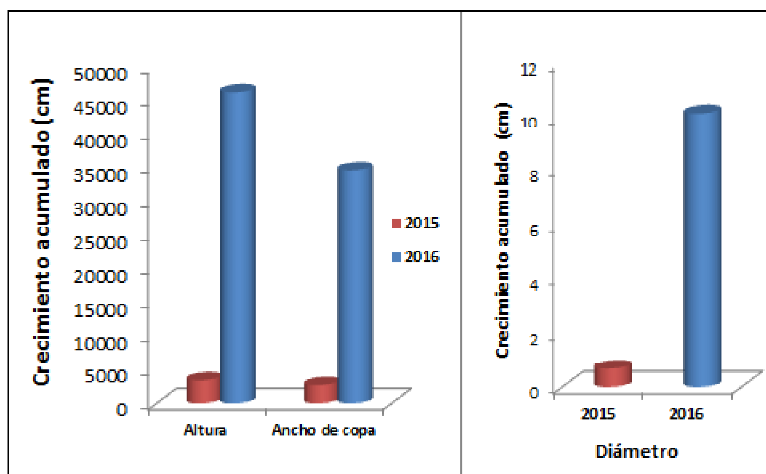


Figura 4. Biomasa total acumulada de plantones en la parcela de simulación durante el periodo 2015-2016

4.4. Restauración de parcelas en Pipeline Road y Camino de Acceso Este

En la parcela del kilómetro 19 del Pipe Lines Road fueron plantados un total aproximado de 2130 individuos repartidos en 12 familias, 15 géneros y 16 especies de las cuales están como especies arbóreas: *Apeiba membranacea*, *Inga* sp., *Drypetes* sp., *Couma macrocarpa*, *Terminalia amozonica*, *Vochysia ferruginea*, *Vochysia guatemalensis*, *Coussarea* sp., *Cespedesia spathulata* y *Simarouba amara*. Como especies pioneras: *Ochroma pyramidale* y *Cecropia* sp., especies arbustivas como *Croton billbergianus*, *Senna reticulata*, *Isertia laevis* y *Mabea occidentalis*.

El las tres parcelas del kilómetro cinco en el Camino de Acceso Este se plantaron un total aproximado de 3636 individuos; estos distribuidos en 10 familias, 15 géneros y 17 especies. Entre las especies arbóreas plantadas están *Apeiba membranacea*, *Inga* sp., *Couma macrocarpa*, *Terminalia amozonica*, *Podocarpus guatemalensis*, *Coussarea* sp., *Vochysia ferruginea*, *Vochysia guatemalensis* y *Pterocarpus rohrii*. Las especies pioneras comprenden *Ochroma pyramidale*, *Trattinnickia aspera* y *Cecropia* sp. Las especies arbustivas son *Senna reticulata*, *Bellucia pentamera*, *Isertia laevis* y las herbáceas con dos especies del género *Clidemia*.

Posteriormente se realizarán monitoreos en estas parcelas para evaluar el crecimiento y desarrollo de estas especies.

6. BIBLIOGRAFÍA

SER 2004. *Principios sobre SER International* sobre la restauración ecológica SER (*Society for Ecological Restoration International* – Sociedad Internacional para la Restauración Ecológica). Grupo de trabajo sobre ciencia y políticas (Versión 2: octubre de 2004).

Elliott, S. D., D. Blakesley y K. Hardwick, 2013. Restauración de Bosques Tropicales: un manual práctico. Royal Botanic Gardens, Kew; 344 pp.

Guariguata, M. R. y R. Ostertag, 2002. Sucesión secundaria. En: Guariguata, M. R. y G. Kattán (Editores). Ecología y conservación de bosques neotropicales. Libro Universitario Regional, Cartago; 691 pp.

Nepstad, D. C., Uhl, C., C. A. Pereira y J. M. Cardoso da Silva, 1996. A Comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of Eastern Amazonia. Oikos 76:25-39.

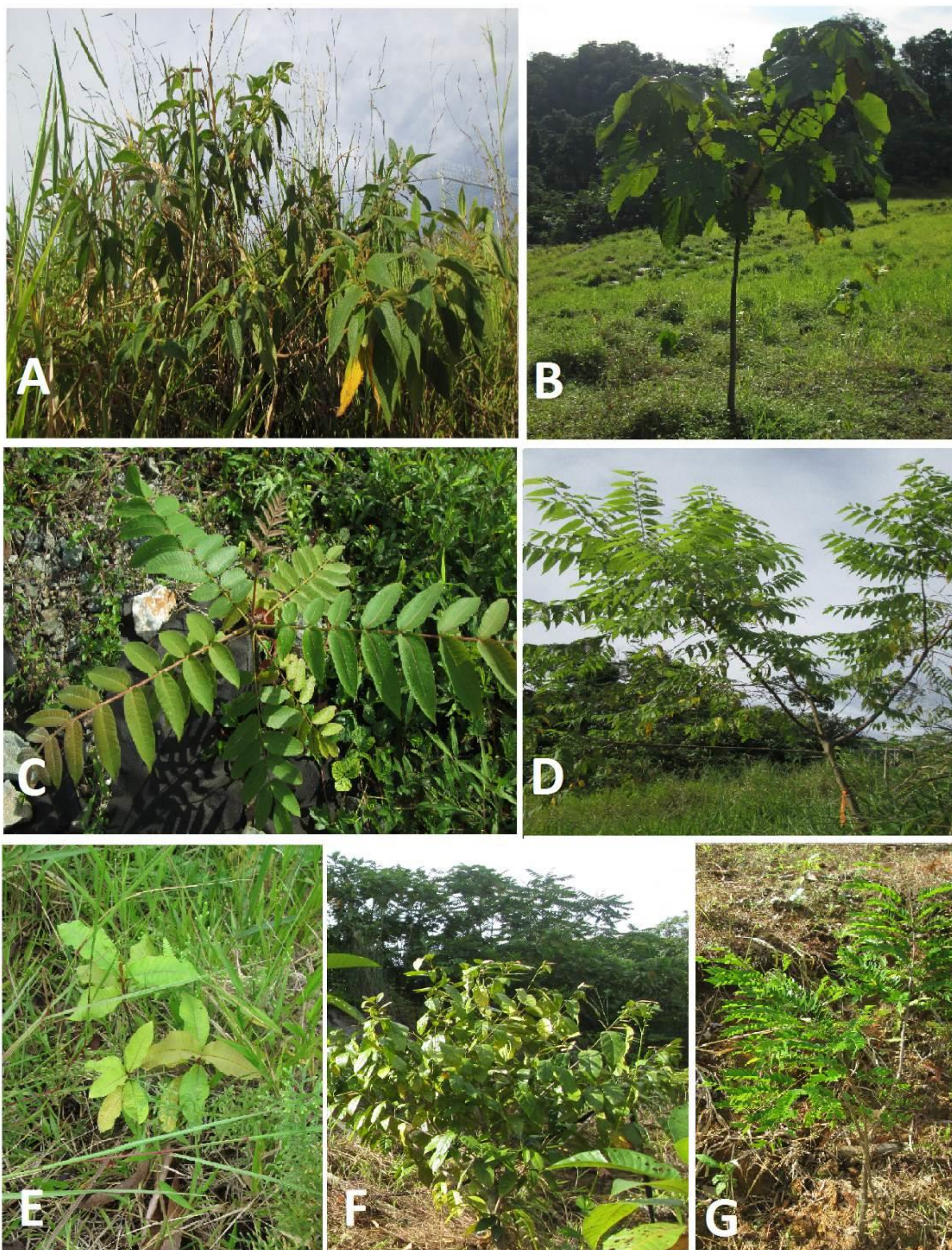
7. ANEXOS

Anexo 1. Parcela de simulación de restauración ecológica



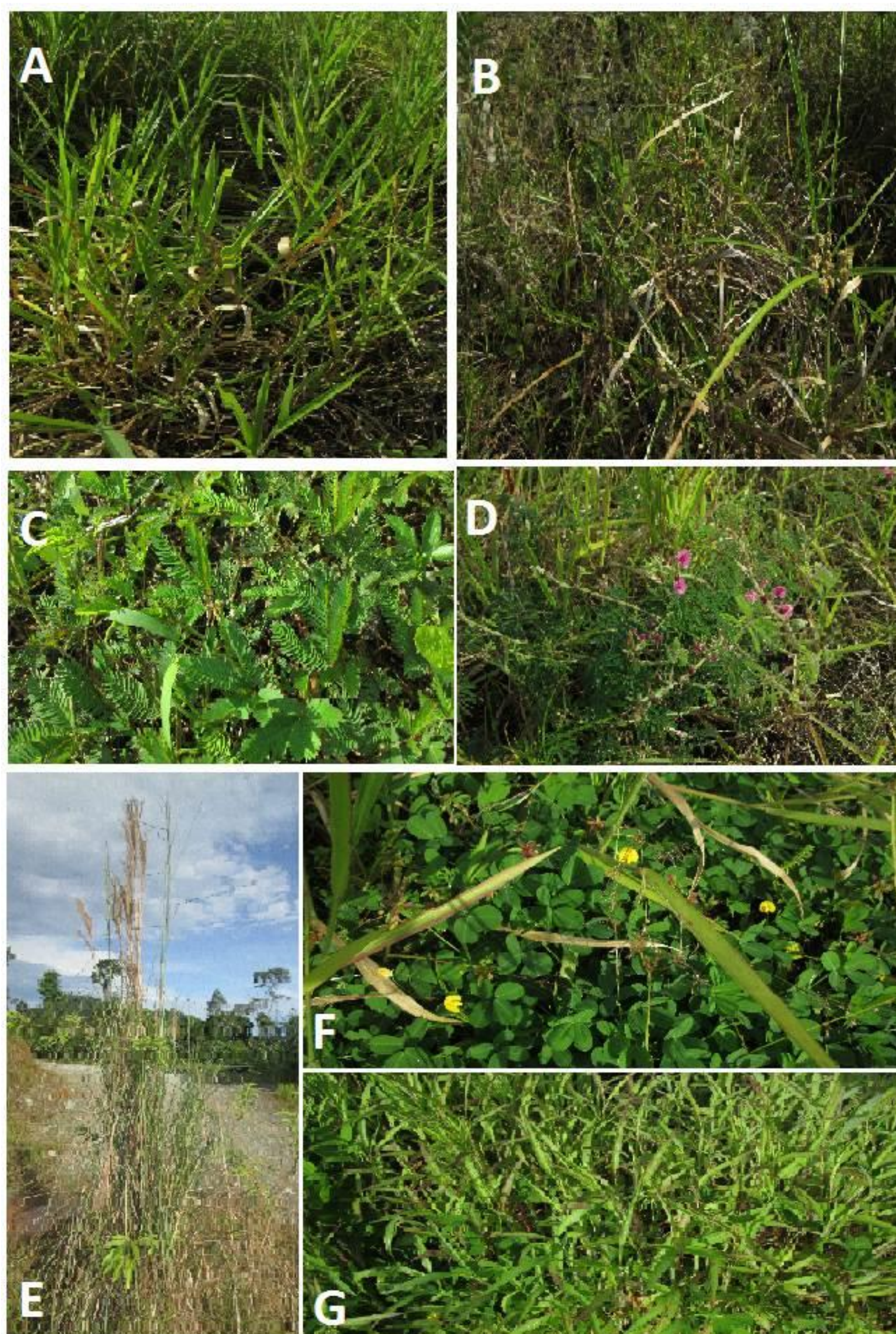
A. Pendiente de aprox. 45 grados de inclinación, **B.** Vegetación remanente que rodea a la parcela

Anexo 2. Especies de regeneración natural registradas en la parcela de simulación



A. *Clidemia capitellata*, **B.** *Ochroma pyramidale*, **C.** *Ochoterenaea colombiana*, **D.** *Trema micrantha*, **E.** *Vismia macrophylla*, **F.** *Licania* sp., **G**. *Xylopia bocatorena*.

Anexo 3. Algunas malezas presentes en la parcela de simulación



A. *Brachiaria decumbens*, **B.** *Cyperus luzulae*, **C.** *Mimosa pudica*, **D.** *Mimosa pigra*, **E.** *Andropogon* sp., **F.** *Arachis pintoi*, **G.** *Ischaemum timorense.*

Anexo 4. Mantenimiento de plantones en la parcela de simulación



A. Limpieza de plantones, **B.** Colocación de retazos alrededor del plantón.

Anexo 5. Monitoreo de plantones en la parcela de simulación



A. Medida de la altura, **B.** Medida del ancho de copa, **C.** Medida del diámetro de cuello de la raíz, **D.** Colocación de la placa de aluminio al plantón.

Anexo 6. Restauración en parcelas del Camino de Acceso Este

